

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013496758 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2000-668699/ 200065

XRPX Acc No: N00-495726

Mixed reality display system of image processor, transforms coordinate of  
virtual image based on position of transparent display unit and  
transformed image is displayed

Patent Assignee: SONY CORP (SONY )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000276613	A	20001006	JP 9985218	A	19990329	200065 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9985218 A 19990329

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000276613	A		21	G06T-017/00	

Abstract (Basic): JP 2000276613 A

NOVELTY - Position of transparent display unit (1) and user's view point is computed. Coordinate transformation unit (8) transforms coordinate of virtual image based on the display unit position. The transformed image is displayed on the display unit.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for the mixed reality display method.

USE - For mixed reality display using portable display device.

ADVANTAGE - Image display is seen by user without any odd feeling due to combination of actual and virtual space.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the portable display device.

Transparent display unit (1)

Coordinate transformation unit (8)

pp; 21 DwgNo 1/20

Title Terms: MIX; DISPLAY; SYSTEM; IMAGE; PROCESSOR; TRANSFORM; COORDINATE;  
VIRTUAL; IMAGE; BASED; POSITION; TRANSPARENT; DISPLAY; UNIT; TRANSFORM;  
IMAGE; DISPLAY

Derwent Class: P85; S02; T01; W02; W03; W04

International Patent Class (Main): G06T-017/00

International Patent Class (Additional): G01B-011/00; G06F-017/00;

G06T-001/00; G06T-007/00; G06T-015/00; G09G-003/20; H04N-005/262;

H04N-013/00; H04N-013/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A03B; T01-J; T01-J10; T01-J10B2; T01-J10C4;

W02-F03B; W03-A12A; W04-N

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-276613

(P2000-276613A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 17/00		G 0 6 F 15/62	3 5 0 A 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 5 B 0 4 9
G 0 6 F 17/00		G 0 9 G 3/20	6 6 0 E 5 B 0 5 0
G 0 6 T 15/00			6 8 0 H 5 B 0 5 7
7/00		H 0 4 N 5/262	5 B 0 8 0
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 21 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-85218

(22) 出願日 平成11年3月29日 (1999.3.29)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 竹内 英人

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 後 輝行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

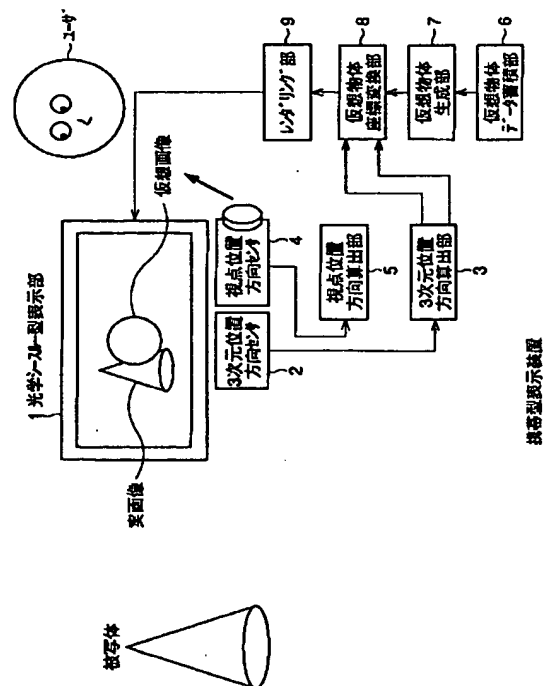
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置および情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】 現実空間と仮想空間とを融合した、違和感のない画像を提供する。

【解決手段】 3次元位置方向算出部3において、光学シースルー型表示部1の3次元空間における位置が算出されるとともに、視点位置方向算出部5において、ユーザの視点が算出され、仮想物体座標変換部8において、光学シースルー型表示部1の位置およびユーザの視点に基づいて、仮想画像の座標変換が行われる。そして、この座標変換後の仮想画像が、光学シースルー型表示部1に供給され、現実空間の画像とともに表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 実際の物体の画像である実画像と、仮想的な物体の画像である仮想画像とを重畳して表示するための情報処理を行う情報処理装置であって、  
画像を表示する表示手段と、  
前記表示手段の3次元空間における位置を算出する表示位置算出手段と、  
ユーザの視点を算出する視点算出手段と、  
前記表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、前記仮想画像を変換する仮想画像変換手段と、  
変換後の前記仮想画像を、前記表示手段に表示させるための描画を行う描画手段とを含むことを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】 前記表示手段は、光学シースルー型の表示装置であり、その表示装置を介して見える実画像と、前記仮想画像とを重畳して表示することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】 前記実際の物体を撮像して、前記実画像を出力する撮像手段をさらに含み、  
前記表示手段は、前記撮像手段が出力する前記実画像と、前記仮想画像とを重畳して表示することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項4】 前記表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、前記撮像手段が出力する前記実画像を変換する実画像変換手段をさらに含み、  
前記表示手段は、変換後の前記実画像と、変換後の前記仮想画像とを重畳して表示することを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項5】 前記撮像手段は、所定の位置に固定されていることを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項6】 前記撮像手段は、前記表示手段に固定されていることを特徴とする請求項5に記載の情報処理装置。

【請求項7】 前記撮像手段は、前記表示手段から離れた位置に設置されていることを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項8】 前記撮像手段は、前記表示手段が表示可能な範囲の実画像より広い範囲の実画像を出力することを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項9】 前記表示手段の位置、ユーザの視点、および撮像手段の位置に基づいて、前記撮像手段が出力する前記実画像を変換することを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項10】 前記撮像手段は、可動式になっていることを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項11】 前記撮像手段の3次元空間における位置を算出する撮像位置算出手段と、  
前記表示手段の位置、ユーザの視点、および撮像手段の位置に基づいて、前記撮像手段が出力する前記実画像を

変換する実画像変換手段とをさらに含むことを特徴とする請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項12】 前記ユーザの視点に基づいて、前記撮像手段を制御する制御手段をさらに含むことを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項13】 複数の前記撮像手段を含み、  
複数の前記撮像手段の出力から、前記表示手段に表示させる前記実画像を生成する生成手段をさらに含むことを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項14】 前記実際の物体までの距離を算出する距離算出手段をさらに含み、  
前記仮想画像変換手段は、前記表示手段の位置、ユーザの視点、および実際の物体までの距離に基づいて、前記仮想画像を変換することを特徴とする請求項3に記載の情報処理装置。

【請求項15】 前記距離算出手段は、複数の前記実画像に基づいて、前記実際の物体までの距離を算出することを特徴とする請求項14に記載の情報処理装置。

【請求項16】 前記視点算出手段は、前記ユーザを撮像し、その結果得られる画像を認識することによって、前記ユーザの視点を算出することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項17】 前記視点算出手段は、前記ユーザを撮像し、その結果得られる画像を用いてステレオ処理を行うことによって、前記ユーザの視点を算出することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項18】 前記視点算出手段は、ユーザの視点の方向または視点の3次元空間における位置を算出することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項19】 携帯型の装置であることを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項20】 実際の物体の画像である実画像と、仮想的な物体の画像である仮想画像とを重畳して表示するための情報処理を行う情報処理装置の情報処理方法であって、

前記情報処理装置は、画像を表示する表示手段を含み、  
前記表示手段の3次元空間における位置を算出する表示位置算出ステップと、ユーザの視点を算出する視点算出ステップと、  
前記表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、前記仮想画像を変換する仮想画像変換ステップと、  
変換後の前記仮想画像を、前記表示手段に表示させるための描画を行う描画ステップとを含むことを特徴とする情報処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報処理装置および情報処理方法に関し、特に、現実空間と仮想空間とを融合した、違和感のない画像を提供することができるようにする情報処理装置および情報処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現実空間と仮想空間との融合を行う技術は、複合現実感(MR(Mixed Reality))と呼ばれ、その中でも、現実空間に、仮想空間の情報を重畳して表示する技術は、オーギュメントドリアリティ(AR(Augmented Reality))と呼ばれる。

【0003】ARを実現する方法としては、例えば、透過型のHMD(Head Mounted Display)を利用して、表示越しに見える現実世界の風景に、仮想的な物体の画像を重畳して表示する光学シースルーと呼ばれるものや、ビデオカメラ等で撮像された実際の物体の画像と、仮想的な物体の画像とを重畳して表示するビデオシースルーと呼ばれるものがある。なお、これらについての詳細は、例えば、「佐藤清秀他、”現実世界と仮想空間の位置合わせ手法”、画像の認識・理解シンポジウム、平成10年7月」等に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、HMDを使用してARを実現する場合においては、HMDは、ユーザの頭部に装着されることから、ユーザの動きに対して、虚像を提供するためのディスプレイとユーザの視点との位置関係がほとんど変化しない。即ち、HMDにおいては、ディスプレイとユーザの視点との位置関係はほぼ固定であり、現実の物体の画像(実画像)と、仮想的な物体の画像(仮想画像)とを重畳した違和感のない画像を提供することができる。

【0005】しかしながら、HMDは、頭部に装着して使用することから、ユーザの頭部を拘束し、煩わしさを感じさせる。そこで、本件出願人は、例えば、特開平10-51711号公報において、ユーザの頭部を拘束せずに、現実空間と仮想空間とを融合した画像を提供する装置として、ビデオシースルー型の携帯型ディスプレイを提案している。

【0006】この携帯型ディスプレイは、平板形状のものであり、例えば、ユーザが手に持った状態で使用される。このため、携帯型ディスプレイに対するユーザの視点の位置や方向は、ユーザの姿勢や使用状況等によって変化する。

【0007】一方、この携帯型ディスプレイにおいては、それに装着されているビデオカメラで撮像された実画像が表示される。従って、ユーザが、ビデオカメラの光軸線上(真後ろ)から、画面を見た場合には、ユーザの視点から現実世界を見た画像を見ることができ、それ以外の場合には、ユーザの視点とは無関係な画像を見ることとなる。即ち、ユーザは、自身の視点から見える実画像と異なる実画像を見ることになり、違和感を感じるようになる。

【0008】このように、ユーザの視点を考慮しないことによる実画像の違和感は、例えば、携帯型ディスプレイを、ビデオシースルー型ではなく、光学シースルー型

とすることにより解消することができるが、その場合でも、仮想画像について生じる違和感を解消することはできない。即ち、ユーザの視点を考慮しない場合には、仮想画像は、携帯型ディスプレイに対して固定の位置に視点を想定して表示される。その結果、ユーザの視点が、想定した視点と異なる場合には、ユーザが見る仮想画像は、違和感のあるものとなる。

【0009】従って、ユーザの視点を考慮しない場合には、実画像と仮想画像とを重畳した画像(合成画像)も、違和感のあるものとなる。

【0010】なお、本件出願人は、例えば、特開平10-49290号公報において、任意の視点からの鳥瞰図を作成して表示するものを提案しているが、これは、ユーザの視点を考慮したものではなく、この方法により、実画像と仮想画像とを重畳して、違和感のない合成画像を提供することは困難である。

【0011】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、現実空間と仮想空間とを融合した、違和感のない画像を提供することができるようにするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の情報処理装置は、表示手段の3次元空間における位置を算出する表示位置算出手段と、ユーザの視点を算出する視点算出手段と、表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、仮想画像を変換する仮想画像変換手段とを含むことを特徴とする。

【0013】本発明の情報処理方法は、表示手段の3次元空間における位置を算出する表示位置算出ステップと、ユーザの視点を算出する視点算出ステップと、表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、仮想画像を変換する仮想画像変換ステップとを含むことを特徴とする。

【0014】上記構成の情報処理装置および情報処理方法においては、表示手段の3次元空間における位置が算出されるとともに、ユーザの視点が算出される。そして、表示手段の位置およびユーザの視点に基づいて、仮想画像が変換される。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した携帯型表示装置の第1実施の形態の構成(機能的構成)を示している。

【0016】光学シースルー型表示部1は、例えば、透明なLCD(Liquid Crystal Display)などでなる光学シースルー型のLCDで、レンダリング部9から供給される仮想画像を表示する他、その表示画面を介して、現実空間が見えるようになっている。従って、光学シースルー型表示部1においては、その表示画面を介して見える実画像と、レンダリング部9からの仮想画像とを重畳した合成画像が表示される。なお、光学シースルー型表

示部1は、いわゆるノート型パソコン（パーソナルコンピュータ）程度の大きさの平板形状の筐体に収められている。また、後述する各ブロックも、その筐体に収められており、これにより、携帯型表示装置は、携帯に便利になっている。なお、この携帯型表示装置は、ユーザが、片手または両手で持って、あるいは、スタンド等により固定して使用される。

【0017】3次元位置方向センサ2は、光学シースルー型表示部1に固定されており、所定の基準面に対する光学シースルー型表示部1の位置、および傾き等の姿勢を算出するための出力を、3次元位置方向算出部3に供給するようになされている。3次元位置方向算出部3は、3次元位置方向センサ2の出力に基づいて、所定の基準面に対する光学シースルー型表示部1の位置、および傾き等の姿勢を算出し、仮想物体座標変換部8に供給するようになされている。

【0018】ここで、光学シースルー型表示部1の位置や姿勢を算出する方法としては、直交コイルでなるソースコイルおよび位置センサを用いて、磁界を検出するものがある。即ち、例えば、ソースコイルを基準面とする位置（例えば、光学シースルー表示部1を介して見える実際の物体の位置）に設置し、3次元位置方向センサ2として位置センサを用いることにより、3次元位置方向算出部3において、光学シースルー型表示部1の位置や姿勢を算出することが可能となる。このようにして光学シースルー型表示部1の位置や姿勢を算出する方法については、例えば、前述の特開平10-51711号公報に、その詳細が開示されている。また、直交コイルを用いて、物体の位置や姿勢を算出する装置としては、例えば、Polhemus社の3SPACE（商標）がある。

【0019】なお、光学シースルー型表示部1の位置や姿勢の算出は、その他、例えば、超音波を利用して行うことも可能である。超音波を利用して、物体の位置や姿勢を算出する装置としては、例えば、Stereo Graphics社のCrystal EYES（商標）がある。

【0020】視点位置方向センサ4は、例えば、光学シースルー型表示部1に固定されており、所定の基準面に対するユーザの視点（視点の方向または3次元空間における位置（座標））を算出するための出力を、視点位置方向算出部5に供給するようになされている。視点位置方向算出部5は、視点位置方向センサ4の出力に基づいて、所定の基準面に対するユーザの視点を算出し、仮想物体座標変換部8に供給するようになされている。

【0021】ここで、ユーザの視点は、例えば、ユーザに、直交コイルであるソースコイル付きの眼鏡をかけてもらい、視点位置方向センサ4として直交コイルである位置センサを用いることにより、3次元位置方向算出部3における場合と同様にして算出することができる。

【0022】また、ユーザの視点は、例えば、視点位置方向センサ4として、CCD（Charge Coupled Device

e）ビデオカメラを採用し、視点位置方向算出部5において、CCDビデオカメラが出力する画像を認識することによって算出することができる。具体的には、例えば、「八木 他、"画像情報処理のための共通プラットフォームの構築"、情処研報Vol.98, No.26 ISSN0919-6072 98-CVM-110-9, 1998.3.19」に記載されているように、画像認識を行うことにより、撮像された画像からユーザの顔の領域を切り出し、そこから目の位置をステレオ処理などによって抽出することで、視点を算出することができる。あるいは、ユーザの顔に、所定のマーカを付してもらい、そのマーカの位置を画像処理により求めることで、視点を算出することもできる。

【0023】仮想物体データ蓄積部6は、仮想物体の形状およびテクスチャのデータを記憶している。仮想物体生成部7は、仮想物体データ蓄積部6に記憶されているデータに基づいて、所定の3次元空間における仮想的な物体（仮想物体）を生成し、仮想物体座標変換部8に供給するようになされている。仮想物体座標変換部8は、3次元位置方向算出部3からの光学シースルー型表示部1の位置および姿勢、並びに視点位置方向算出部5からのユーザの視点に基づいて、仮想物体の座標変換を、幾何計算によって行い、その座標変換後の仮想物体を、レンダリング部9に供給するようになされている。レンダリング部9は、仮想物体座標変換部8からの座標変換後の仮想物体のデータに基づいてレンダリングを行い、その仮想物体のレンダリング結果としての3次元CG（Computer Graphics）（仮想画像）を、光学シースルー型表示部1に供給するようになされている。

【0024】ここで、仮想画像としての3次元CGのレンダリングの手法としては、例えば、イメージベースドレンダリング（image based rendering）や、ジオメトリベースドレンダリング（geometry based rendering）等を採用することができる。

【0025】次に、図2は、図1の携帯型表示装置の電気的構成例を示している。

【0026】基準カメラ11および検出カメラ12は、例えば、CCDビデオカメラであり、図2の実施の形態においては、視点位置方向センサ4を構成している。基準カメラ11または検出カメラ12は、ユーザを、異なる視点方向から撮像し、その結果得られるユーザの画像を、A/D（Analog/Digital）変換器13または14にそれぞれ供給するようになされている。A/D変換器13または14は、基準カメラ11または検出カメラ12からのアナログ信号の画像を、デジタルの画像データに変換し、フレームメモリ15または16にそれぞれ供給するようになされている。フレームメモリ15または16は、A/D変換器13または14からの画像データをそれぞれ記憶するようになされている。

【0027】CPU（Central Processing Unit）17は、携帯型表示装置を構成する図2の各ブロックを制御

する他、図1に示した各ブロックが行う処理を行うようになされている。即ち、CPU17は、RS-232C/RS-422コントローラ20を介して供給される3次元位置方向センサ2の出力に基づいて、光学シースルー型表示部1の位置や姿勢を算出するようになされている。また、CPU17は、上述したようにしてフレームメモリ15および16に記憶された画像に基づいて、ユーザの視点の位置または方向を算出するようになされている。さらに、CPU17は、図1の仮想物体生成部7による仮想物体の生成や、仮想物体座標変換部8による座標変換、レンダリング部9によるレンダリング等を行うようになされている。

【0028】ROM (Read Only Memory) 18は、IPL (Initial Program Loading) のプログラムなどを記憶している。RAM (Random Access Memory) 19は、CPU17が上述したような処理を行うためのプログラムや、CPU17の動作上必要なデータを記憶するようになされている。RS-232C/RS-422コントローラ20は、3次元位置方向センサ2との間で、RS-232CまたはRS-422の規格等に準拠したシリアル通信を行い、3次元位置方向センサ2の出力を、バスを介して、CPU17に供給するようになされている。

【0029】LCDコントローラ21は、CPU17の制御の下、VRAM (Video RAM) 22を用いて、LCDである光学シースルー型表示部1の表示を制御するようになされている。VRAM 22は、光学シースルー型表示部1が表示する画像データを一時記憶するようになされている。即ち、表示すべき画像データは、LCDコントローラ21を介してVRAM 22に書き込まれ、LCDコントローラ21が、VRAM 22に記憶された画像データを光学シースルー型表示部1に供給することにより、画像が表示されるようになされている。

【0030】ストレージコントローラ23は、例えば、HD (Hard Disk) やFD (Floppy Disk) 等の磁気ディスク24や、ミニディスク (商標) 等の光磁気ディスク25、CD-ROM (Compact Disc ROM) 等の光ディスク26、ROMやフラッシュメモリ等の不揮発性メモリ27に対するアクセスを制御するようになされている。磁気ディスク24、光磁気ディスク25、光ディスク26、不揮発性メモリ27は、仮想物体の形状やテクスチャのデータを記憶しており、これらのデータは、CPU17によって、ストレージコントローラ23を介して読み出されるようになされている。なお、磁気ディスク24等には、CPU17が上述したような処理を行うためのプログラム等も記憶されている。

【0031】通信コントローラ28は、電波や赤外線等による無線通信、およびイーサネット (商標) 等による有線の通信を制御するようになされている。例えば、仮想物体の形状やテクスチャのデータ、CPU17が各種

の処理を行うためのプログラム等は、この通信コントローラ28を介して通信を行うことにより、外部の装置から取得することも可能となっている。

【0032】図2の実施の形態においては、視点位置方向センサ4が、基準カメラ11および検出カメラ12の2つのCCDビデオカメラで構成され、CPU17では、この2つの基準カメラ11および検出カメラ12の画像を用いて、ステレオ処理を行うことで、ユーザの視点の3次元空間における位置が算出されるようになされている。

【0033】ここで、ステレオ処理について説明する。

【0034】ステレオ処理は、2つ以上の方向 (異なる視線方向) からカメラで同一対象物を撮影して得られる複数の画像間の画素同士を対応付けることで、対応する画素間の視差や、カメラから対象物までの距離、対象物の形状を求めるものである。

【0035】即ち、基準カメラ11および検出カメラ12で物体を撮影すると、基準カメラ11からは物体の投影像を含む画像 (基準カメラ画像) が得られ、検出カメラ12からも物体の投影像を含む画像 (検出カメラ画像) が得られる。いま、図3に示すように、物体上のある点Pが、基準カメラ画像および検出カメラ画像の両方に表示されているとすると、その点Pが表示されている基準カメラ画像上の位置と、検出カメラ画像上の位置、つまり対応点とから、基準カメラ11と検出カメラ12との間の視差を求めることができ、さらに、三角測量の原理を用いて、点Pの3次元空間における位置 (3次元位置) を求めることができる。

【0036】従って、ステレオ処理では、まず、対応点を検出することが必要となるが、その検出方法としては、例えば、エピポーラライン (Epipolar Line) を用いたエリアベースマッチング法などがある。

【0037】即ち、図3に示すように、基準カメラ11においては、物体上の点Pは、その点Pと基準カメラ11の光学中心 (レンズ中心) O1とを結ぶ直線L上の、基準カメラ11の撮像面S1との交点naに投影される。

【0038】また、検出カメラ12においては、物体の点Pは、その点Pと検出カメラ12の光学中心 (レンズ中心) O2とを結ぶ直線上の、検出カメラ12の撮像面S2との交点nbに投影される。

【0039】この場合、直線Lは、光学中心O1およびO2、並びに点na (または点P) の3点を通る平面と、検出カメラ画像が形成される撮像面S2との交線L2として、撮像面S2上に投影される。点Pは、直線L上の点であり、従って、撮像面S2において、点Pを投影した点nbは、直線Lを投影した直線L2上に存在し、この直線L2が、エピポーララインと呼ばれる。即ち、点naの対応点nbが存在する可能性のあるのは、エピポーララインL2上であり、従って、対応点nbの

探索は、エピポーラインL2上を対象に行えば良い。

【0040】ここで、エピポーラインは、例えば、撮像面S1に形成される基準カメラ画像を構成する画素ごとに考えることができるが、基準カメラ11と検出カメラ12の位置関係が既知であれば、その画素ごとに存在するエピポーラインはあらかじめ求めておくことができる。

【0041】エピポーラインL2上の点からの対応点nbの検出は、例えば、次のようなエリアベースマッチングによって行うことができる。

【0042】即ち、エリアベースマッチングでは、図4(A)に示すように、基準カメラ画像上の点naを中心(例えば、対角線の交点)とする、例えば長方形のブロック(例えば、横×縦が5画素×5画素のブロック)である基準ブロックが、基準カメラ画像から抜き出されるとともに、図4(B)に示すように、検出カメラ画像に投影されたエピポーラインL2上の、ある点を中心とする、基準ブロックと同一の大きさのブロックである検出ブロックが、検出カメラ画像から抜き出される。

【0043】ここで、図4(B)の実施の形態においては、エピポーラインL2上に、検出ブロックの中心とする点として、点nb1乃至nb6の6点が設けられている。この6点nb1乃至nb6は、図3に示した3次元空間における直線Lの点であって、基準点からの距離が、例えば1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6mの点そ

$$e(x, y) = \sum_{i, j \in W} |Y_A(x+i, y+j) - Y_B(x'+i, y'+j)|$$

... (1)

但し、式(1)において、 $e(x, y)$ は、基準カメラ画像上の画素 $(x, y)$ と、検出カメラ画像上の画素 $(x', y')$ との間の相関を示す評価値(エラー値)を表す。さらに、 $Y_A(x+i, y+j)$ は、基準カメラ画像上の点 $(x+i, y+j)$ における画素の画素値としての、例えば輝度を表し、 $Y_B(x'+i, y'+j)$ は、検出カメラ画像上の点 $(x'+i, y'+j)$ における画素の輝度を表す。また、Wは、基準ブロックおよび検出ブロックを表し、 $i, j \in W$ は、点 $(x+i, y+j)$ または点 $(x'+i, y'+j)$ が、それぞれ、基準ブロックまたは検出ブロック内の点(画素)であることを表す。

【0048】なお、式(1)で表される評価値 $e(x, y)$ は、基準カメラ画像上の画素 $(x, y)$ と、検出カメラ画像上の画素 $(x', y')$ との間の相関が大きいかほど小さくなり、従って、評価値 $e(x, y)$ を最も小さくする検出カメラ画像上の画素 $(x', y')$ が、基準カメラ画像上の画素 $(x, y)$ の対応点として求められる。

【0049】いま、式(1)に示したような、相関が高いほど小さな値をとる評価値を用いた場合に、エピポー

それぞれを、検出カメラ12の撮像面S2に投影した点で、従って、基準点からの距離が1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6mの点にそれぞれ対応している。

【0044】エリアベースマッチングでは、検出カメラ画像から、エピポーラインL2上に設けられている点nb1乃至nb6それぞれを中心とする検出ブロックが抜き出され、各検出ブロックと、基準ブロックとの相関が、所定の評価関数を用いて演算される。そして、点naを中心とする基準ブロックとの相関が最も高い検出ブロックの中心の点nbが、点naの対応点として求められる。

【0045】ここで、基準ブロックと検出ブロックとの相関性を評価する評価関数としては、例えば、基準ブロックを構成する画素と、それぞれの画素に対応する、検出ブロックを構成する画素の画素値の差分の絶対値の総和や、画素値の差分の自乗和、正規化された相互相関(normalized cross correlation)などを用いることができる。

【0046】いま、評価関数として、画素値の差分の絶対値の総和を用いることとすると、基準カメラ画像上の所定の点 $(x, y)$ (座標 $(x, y)$ の画素)についての、検出カメラ画像上のある点 $(x', y')$ との間の相関は、例えば、次式で表される評価値(エラー値) $e(x, y)$ によって評価される。

【0047】

【数1】

ラインL2上の点nb1乃至nb6それぞれについて、例えば、図5に示すような評価値(評価関数の値)が得られたとする。ここで、図5においては、点nb1乃至nb6に対応する3次元空間上の点それぞれにあらかじめ付された、基準点からの距離に対応する距離番号を横軸として、各距離番号(に対応するエピポーラインL2上の点nb1乃至nb6)に対する評価値を、図示してある。

【0050】図5に示したような評価値でなる評価曲線が得られた場合には、評価値が最も小さい(相関が最も高い)距離番号3に対応するエピポーラインL2上の点naの対応点として検出される。なお、図5において、距離番号1乃至6に対応する点それぞれについて求められた評価値(図5において●印で示す)のうちの最小値付近のものをを用いて補間を行い、評価値がより小さくなる点(図5において×印で示す3.3mに対応する点)を求めて、その点を、最終的な対応点として検出することも可能である。

【0051】なお、基準カメラ11の撮像面S1上の点naと、その光学中心O1を結ぶ直線L上の点を、検出カメラ12の撮像面S2に投影した点nb1乃至nb6の設定は、例えば、基準カメラ11および検出カメラ1



2のキャリブレーション時に行うことができる(キャリブレーションの方法は、特に限定されるものではない)。そして、このような設定を、基準カメラ11の撮像面S1を構成する画素ごとに存在するエッジラインごとに行い、エッジライン上に設定された点(以下、適宜、設定点という)までの距離(基準点からの距離)に対応する距離番号と、基準点からの距離とを対応付ける距離番号/距離テーブルをあらかじめ作成しておけば、対応点となる設定点を検出し、その設定点に対応する距離番号を、距離番号/距離テーブルを参照して変換することで、即座に、基準点からの距離(物体上の点までの距離の推定値)を求めることができる。即ち、いわば、対応点から、直接、距離を求めることができる。但し、距離は、対応点を検出後、視差を求めて、その視差から算出することも可能である。

【0052】なお、基準カメラ11および検出カメラ12で撮像する対象物が、例えば、人の顔である場合には、基準カメラ11と検出カメラ12とから見える顔の向きが異なることがある。この場合、対応点どうしの基準ブロックおよび検出ブロックを、そのまま用いて、両者の相関を計算しても、その相関が大きくなることがあり、その結果、正しい対応点が求められないことがある。そこで、基準ブロックと検出ブロックとの相関は、例えば、検出ブロックを、基準カメラ11から見たものとなるように射影変換した後に計算するのが望ましい。

【0053】また、図2の実施の形態では、1台の基準カメラ11と、1台の検出カメラ12とを用いることとしたが、検出カメラは、複数台用いることが可能である。この場合、マルチベースラインステレオ(Multi Baseline Stereo)法による評価値を求めて、その評価値に基づき、距離を求める、即ち、いわゆる多眼ステレオ処理により距離画像を求めることとなる。

【0054】ここで、マルチベースラインステレオ法は、1の基準カメラ画像と、複数の検出カメラ画像とを用い、その複数の検出カメラ画像それぞれについて、基準カメラ画像との間の相関を表す評価値を求め、それぞれの評価値どうしを、同一の距離番号について加算し、その加算値を、最終的な評価値として用いることにより高精度に距離を求めるもので、その詳細については、例えば、奥富正敏、金出武雄、「複数の基線長を利用したステレオマッチング」、電子情報通信学会論文誌D-II Vol. J75-D-II No.8 pp.1317-1327 1992年8月に記載されている。マルチベースラインステレオ法は、例えば、基準カメラ画像および検出カメラ画像が、繰り返しパターンを有する場合に、特に有効である。

【0055】さらに、図2の実施の形態では、2台のCCDビデオカメラである基準カメラ11と検出カメラ12によって、視点位置方向センサ4を構成するようにしたが、視点位置方向センサ4は、1台のCCDビデオカ

メラで構成することも可能である。但し、複数台のCCDビデオカメラを用いる場合には、ステレオ処理によって、ユーザの視点の3次元空間における位置を求めることができるが、1台のCCDビデオカメラを用いる場合には、そのような3次元的位置(距離)を求めることは困難となる。即ち、1台のCCDビデオカメラを用いる場合には、視点の方向(例えば、光学シースルー表示部1を基準とする視点の方向)は求めることができるが、3次元空間における位置を求めることは困難となる。

【0056】次に、図6のフローチャートを参照して、図1の携帯型表示装置の動作について説明する。

【0057】まず最初に、ステップS1において、光学シースルー型表示部1の位置と姿勢が算出されるとともに、ユーザの視点位置方向算出部3において、3次元位置方向センサ2の出力に基づいて、光学シースルー型表示部1の位置と姿勢が算出され、仮想物体座標変換部8に供給される。同時に、視点位置方向算出部5において、視点位置方向センサ4の出力に基づいて、ユーザの視点(の位置または方向)が算出され、仮想物体座標変換部8に供給される。

【0058】一方、仮想物体生成部7では、仮想物体データ蓄積部6に記憶されたデータに基づいて、所定の3次元空間における仮想物体が生成され、仮想物体座標変換部8に供給される。仮想物体座標変換部8では、ステップS2において、光学シースルー型表示部1の位置と姿勢、およびユーザの視点に基づいて、所定の3次元空間における仮想物体の座標変換が行われ、その変換後の仮想物体のデータが、レンダリング部9に供給される。レンダリング部9では、ステップS3において、仮想物体座標変換部8からのデータにしたがい、仮想物体のレンダリングが行われ、光学シースルー型表示部1に供給される。光学シースルー型表示部1では、ステップS4において、レンダリング部9からの仮想物体の画像(仮想画像)が表示される。そして、ステップS1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0059】これにより、光学シースルー型表示部1には、図6および図7に示すように、実画像と仮想画像とを重畳した違和感のない画像が表示される。

【0060】即ち、例えば、いま、ユーザが、図7(A)に示すように、光学シースルー型表示部1の表示画面の真正面から、実在するテーブルを見ているとし、このとき、レンダリング部9において、仮想物体の仮想画像がレンダリングされ、これにより、光学シースルー型表示部1において、図7(B)に示すように、実在するテーブルの上に、三角錐形状の仮想物体がのっている画像が表示されたとする。

【0061】この場合、図7(C)に示すように、ユーザが、光学シースルー型表示部1の表示画面の正面から左に移動し、これにより、視点を左に移動すると、光学

シースルー型表示部1を介して見える実在するテーブルは、その表示画面の左側に移動するが、これに伴い、光学シースルー型表示部1において表示されていた仮想物体も、左側に移動される。その結果、ユーザは、図7(D)に示すように、視点が左に移動したことに伴い、テーブルおよびそれにのっている仮想物体も左に移動した、違和感のない画像を見ることができる。

【0062】さらに、図7(E)に示すように、ユーザが、光学シースルー型表示部1の表示画面の正面から右に移動し、これにより、視点を右に移動すると、光学シースルー型表示部1を介して見える実在するテーブルは、その表示画面の右側に移動するが、これに伴い、光学シースルー型表示部1において表示されていた仮想物体も、右側に移動される。その結果、ユーザは、図7(F)に示すように、視点が右に移動したことに伴い、テーブルおよびそれにのっている仮想物体も右に移動した、違和感のない画像を見ることができる。

【0063】また、図7(A)に示したように、ユーザが、光学シースルー型表示部1の表示画面の正面のある位置から、実在するテーブルと仮想物体を見ている場合において、図8(A)に示すように、光学シースルー型表示部1から遠ざかり、これにより、視点の位置が遠方に移動すると、光学シースルー型表示部1を介して見える実在するテーブルがその表示画面を占める面積は大きくなるが、これに伴い、光学シースルー型表示部1において表示されていた仮想物体も、拡大される。その結果、ユーザは、図8(B)に示すように、視点が遠方に移動したことに伴い、テーブルおよびそれにのっている仮想物体が、光学シースルー型表示部1の表示画面の中で大きくなった、違和感のない画像を見ることができる。

【0064】さらに、ユーザが、図8(C)に示すように、光学シースルー型表示部1に近づき、これにより、視点の位置も近づく、光学シースルー型表示部1を介して見える実在するテーブルがその表示画面を占める面積は小さくなるが、これに伴い、光学シースルー型表示部1において表示されていた仮想物体も、縮小される。その結果、ユーザは、図8(D)に示すように、視点が、光学シースルー型表示部1に近づいたことに伴い、テーブルおよびそれにのっている仮想物体が、光学シースルー型表示部1の表示画面の中で小さくなった、違和感のない画像を見ることができる。

【0065】なお、図7に示したように、視点の方向が変わった場合に対処するだけであれば、視点位置方向算出部5において、視点の方向を算出だけで、基本的には十分であるが、図8に示したように、視点までの距離が変わった場合にまで対処するには、視点位置方向算出部5において、視点の3次元的位置(3次元空間における、例えば、ユーザの左眼と右眼との中点の位置など)を算出する必要がある。

【0066】次に、図1の携帯型表示装置では、仮想物体座標変換部8において、光学シースルー型表示部1の位置と姿勢、およびユーザの視点に基づいて、仮想物体の座標変換が行われ、その変換後の仮想物体が、光学シースルー型表示部1に表示されることにより、ユーザから見て違和感のない仮想画像が提供されるが、この仮想物体座標変換部8における座標変換について説明する。

【0067】いま、3次元空間における座標を扱うローカル座標系として、例えば、図9に示すように、光学シースルー型表示部1の表示画面の左上の点を原点とし、表示画面の左から右方向をx軸と、表示画面の上から下方向をy軸と、手前から奥方向をz軸と、それぞれする(XL, YL, ZL)を定義する。さらに、光学シースルー型表示部1の表示画面に表示を行うための2次元平面における座標を扱う表示画面座標系として、例えば、その表示画面の左上の点を原点とし、表示画面の左から右方向をx軸と、表示画面の上から下方向をy軸と、それぞれする(u, v)を定義する。

【0068】この場合において、ローカル座標系におけるユーザの視点の座標を、A(VXL, VYL, VZL)と表す。また、仮想物体のローカル座標系における座標を、B(OL, OYL, OZL)と表す。さらに、仮想物体の所定の3次元座標系(仮想物体生成部7で生成される仮想物体の3次元座標系)(以下、適宜、基準座標系という)における座標を、(OX, OY, OZ)と表す。

【0069】光学シースルー型表示部1が動く、ローカル座標系であるXL軸、YL軸、ZL軸が動くことになるが、このローカル座標系と、基準座標系との関係は、3次元位置方向算出部3において算出される光学シースルー型表示部1の位置および姿勢に基づいて求めることができる。ローカル座標系と基準座標系との関係が分かれば、基準座標系における点(OX, OY, OZ)は、次式に示すアフィン変換によるスケール、回転、平行移動によって、ローカル座標系の点B(OL, OYL, OZL)に変換することができる。

【0070】

【数2】

$$\begin{bmatrix} OL \\ OYL \\ OZL \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} OX \\ OY \\ OZ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} TX \\ TY \\ TZ \end{bmatrix}$$

・・・(2)

但し、式(2)において、m11乃至m33は、スケールおよび回転のファクタで、TX, TY, TZは平行移動のファクタである。

【0071】仮想物体のローカル座標系における座標B(OL, OYL, OZL)が求まれば、ユーザの視点から見た点B、即ち、仮想物体の表示画面座標系における座標(u, v)は、図10に示すように求めることが

できる。

【0072】ここで、図10は、図9をYL軸方向から見た状態（YL軸方向を進行方向にして見た状態）を示している。

【0073】図10において、視点の位置AからZL軸に垂らした垂線と、仮想物体の位置BからXL軸に垂らした垂線との交点をCとし、さらに、仮想物体の位置BからXL軸に垂らした垂線と、XL軸との交点をDとする。さらに、直線ABと、XL軸との交点、即ち、ユーザの視点から仮想物体を見たときに、点Bが表示画像上に撮影される点をEとする。

【0074】この場合、点Eのローカル座標系における

$$(u - OXL) / (VXL - OXL) = OZL / (OZL - VZL) \quad \dots (3)$$

式(3)を、uについて解くと、次式が得られる。

$$u = OZL (VXL - OXL) / (OZL - VZL) + OXL \quad \dots (4)$$

また、図9をXL軸方向から見ると、vについても、uにおける場合と同様にして、次式が得られる。

$$v = OZL (VYL - OYL) / (OZL - VZL) + OYL \quad \dots (5)$$

式(4)および(5)により、ユーザの視点から見た仮想物体の表示画面座標系における座標(u, v)を求めることができる。

【0079】次に、図11は、本発明を適用した携帯型表示装置の第2実施の形態の構成を示している。なお、図中、図1における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略する。即ち、図11の携帯型表示装置は、光学シースルー型表示部1に替えて、ビデオシースルー型表示部31が設けられ、さらに、画像入力部32および入力画像座標変換部33が新たに設けられている他は、基本的に、図1における場合と同様に構成されている。

【0080】ビデオシースルー型表示部31は、例えば、LCDで構成され、レンダリング部9から供給される、実画像と仮想画像とを重畳した合成画像を表示するようになっている。なお、ビデオシースルー型表示部31は、光学シースルー型表示部1と同様に、平板形状の筐体に収められているが、その表示画面を介して、現実空間が見えるようにはなっていない。

【0081】画像入力部32は、例えば、CCDビデオカメラなどで構成され、ビデオシースルー型表示部31の裏面（表示画面とは反対側の面）に、その裏面と垂直な方向（ビデオシースルー型表示部31の正面から見て向側）が撮像方向となるように固定されている。そして、画像入力部32は、ビデオシースルー型表示部31の裏面側の現実空間にある実際の物体を撮像し、その結果得られる実画像を、入力画像座標変換部33に供給するようになっている。

【0082】入力画像座標変換部33には、上述したよ

うに、画像入力部32から実画像が供給される他、3次元位置方向算出部3からビデオシースルー型表示部31の位置および姿勢が供給されるとともに、視点位置方向算出部5からユーザの視点が供給されるようになされている。そして、入力画像座標変換部33は、画像入力部32からの実画像の座標を、3次元位置方向算出部3からのビデオシースルー型表示部31の位置および姿勢、並びに視点位置方向算出部5からのユーザの視点等に基づいて、幾何計算により変換し、レンダリング部9に供給するようになされている。

【0075】いま、図10において、三角形ABCとEBDとは相似であるから、線分DEおよびCAの比と、線分BDおよびBCの比とは等しく、従って、次式が成り立つ。

【0076】

【0077】

【0078】

うに、画像入力部32から実画像が供給される他、3次元位置方向算出部3からビデオシースルー型表示部31の位置および姿勢が供給されるとともに、視点位置方向算出部5からユーザの視点が供給されるようになされている。そして、入力画像座標変換部33は、画像入力部32からの実画像の座標を、3次元位置方向算出部3からのビデオシースルー型表示部31の位置および姿勢、並びに視点位置方向算出部5からのユーザの視点等に基づいて、幾何計算により変換し、レンダリング部9に供給するようになされている。

【0083】従って、図1の携帯型表示装置では、光学シースルー型表示部1を介して見える現実空間に、仮想画像が重畳されて表示されるようになされていたが、図11の携帯型表示装置では、画像入力部32で撮像された現実空間の実画像に、仮想画像が重畳されて表示されるようになされている。

【0084】なお、図11の携帯型表示装置の電気的構成は、画像入力部32としてのCCDビデオカメラが追加され、CPU17が、入力画像座標変換部33における処理をも行うこと等を除けば、図2に示した図1の携帯型表示装置の電気的構成と同様なので、その説明は省略する。

【0085】次に、図12のフローチャートを参照して、図11の携帯型表示装置の動作について説明する。

【0086】まず最初に、ステップS11において、ビデオシースルー型表示部31の位置と姿勢が算出されるとともに、ユーザの視点が算出される。即ち、3次元位置方向算出部3において、3次元位置方向センサ2の出力に基づいて、ビデオシースルー型表示部31の位置と

姿勢が算出され、仮想物体座標変換部8および入力画像座標変換部33に供給される。同時に、視点位置方向算出部5において、視点位置方向センサ4の出力に基づいて、ユーザの視点（の位置または方向）が算出され、仮想物体座標変換部8および入力画像座標変換部33に供給される。

【0087】一方、仮想物体生成部7では、仮想物体データ蓄積部6に記憶されたデータに基づいて、所定の3次元空間における仮想物体が生成され、仮想物体座標変換部8に供給される。同時に、画像入力部32では、ビデオシスルー型表示部31の裏面方向の現実空間が撮像され、その結果得られる実画像が、入力画像座標変換部33に供給される。

【0088】そして、ステップS12では、仮想物体座標変換部8において、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢、およびユーザの視点に基づいて、所定の3次元空間における仮想物体の座標変換が行われ、その変換後の仮想物体のデータが、レンダリング部9に供給される。また、ステップS12では、入力画像座標変換部33において、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢、およびユーザの視点、さらには、画像入力部32の所定の基準面に対する位置と姿勢に基づいて、画像入力部32からの実画像の座標変換が行われ、その変換後の実画像のデータが、レンダリング部9に供給される。

【0089】即ち、ビデオシスルー型表示部31を用いた携帯型表示装置では、光学シスルー型表示部1を用いた携帯型表示装置のように、ビデオシスルー型表示部31を介して現実空間を見ることはできないため、画像入力部32で撮像された現実空間がビデオシスルー型表示部31に表示されるが、画像入力部32が出力する実画像を、そのままビデオシスルー型表示部31に表示したのでは、ビデオシスルー型表示部31に表示される現実空間と、ユーザの視点から見える現実空間とが異なる場合があり、違和感を感じることになる。そこで、入力画像座標変換部33においては、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢、およびユーザの視点だけでなく、画像入力部32の位置と姿勢にも基づいて、画像入力部32からの実画像が、ユーザの視点から見て違和感のないものに座標変換される。

【0090】レンダリング部9は、仮想物体座標変換部8から仮想物体のデータを受信するとともに、入力画像座標変換部33から実画像を受信すると、ステップS13において、仮想物体のレンダリングを行う（仮想画像を描画する）。さらに、レンダリング部9は、その仮想画像と、入力画像座標変換部33からの実画像とを合成し、その結果得られる合成画像を、ビデオシスルー型表示部31に供給する。ビデオシスルー型表示部31では、ステップS14において、レンダリング部9からの合成画像が表示され、ステップS1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0091】以上のように、図11の携帯型表示装置では、仮想物体座標変換部8において、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢、およびユーザの視点に基づいて、仮想物体の座標変換が行われるとともに、入力画像座標変換部33において、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢、ユーザの視点、および画像入力部32の位置と姿勢に基づいて、実画像の座標変換が行われ、それらが合成される。そして、その合成画像が、ビデオシスルー型表示部31に表示される。従って、ユーザから見て違和感のない合成画像を提供することができる。

【0092】なお、図11の実施の形態では、画像入力部32は、上述したように、ビデオシスルー型表示部31に固定されている。従って、画像入力部32の位置と姿勢は、ビデオシスルー型表示部31の位置と姿勢から求めることができ、入力画像座標変換部33は、そのようにして、画像入力部32の位置と姿勢を求めるようになされている。

【0093】ところで、画像入力部32が撮像する現実空間の範囲が狭いと（画像入力部32の撮像範囲が、ビデオシスルー型表示部1に表示可能な範囲と同一であると）、入力画像座標変換部33において座標変換が行われることにより、ビデオシスルー型表示部31において、その表示画面全体に、実画像が表示されない場合があり、この場合、ユーザに違和感を感じさせることになる。そこで、画像入力部32には、ある程度広範囲の現実空間を撮像させ、これにより、ビデオシスルー型表示部31が表示可能な範囲の実画像より広い範囲の実画像を出力させるようにすることができる。この場合、入力画像座標変換部33による座標変換によって、ビデオシスルー型表示部31の表示画面全体に、実画像が表示されなくなることを防止することができる。

【0094】なお、広範囲の現実空間を撮像する方法としては、例えば、魚眼レンズ等を用いる方法がある。具体的には、例えば、六角錐ミラーを用いた全方位画像センサを利用することにより、広範囲の現実空間の実画像を得ることができる。なお、六角錐ミラーを用いた全範囲画像センサを利用することによる、広範囲の画像の作成方法については、例えば、「川西 他、”六角錐ミラーを用いた全方位画像センサによる全周ステレオパノラマ動画の作成、画像の認識・理解シンポジウム、平成10年7月」などに、その詳細が記載されている。

【0095】次に、図13を参照して、入力画像座標変換部33において行われる実画像の座標変換について説明する。

【0096】いま、上述した図9および図10における場合と同様に、ビデオシスルー型表示部31の表示画面の左上の点を原点とするローカル座標系と表示画面座標系とを考え、さらに、画像入力部31についてのカメラ座標系として、その光学中心を原点とし、互いに直交

する3軸を、x軸、y軸、z軸とそれぞれする(XR, YR, ZR)を定義する。

【0097】なお、ここでは、説明を簡単にするため、ローカル座標系と、カメラ座標系とは、平行移動の関係にあるものとする。即ち、ここでは、XR軸、YR軸、ZR軸は、Xc軸、Yc軸、Zc軸とそれぞれ平行であるとする。

【0098】この場合において、現実空間にある物体の点Fが、ローカル座標系において(Xd, Yd, Zd)で表され、カメラ座標系において(Xc, Yc, Zc)で表されるものとする、両者の関係は、次式で表される。

【0099】

【数3】

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_c + T_x \\ Y_c + T_y \\ Z_c + T_z \end{bmatrix}$$

・・・(6)

但し、Tx, Ty, Tzは、ローカル座標系とカメラ座標系との間の並進関係を表し、これは、画像入力部32が、ビデオスルー型表示部31に固定されていることから、あらかじめ求めておくことができる。また、後述するように、画像入力部32が固定されていない場合、Tx, Ty, Tzは、画像入力部32の位置・姿勢を検出することにより、その位置・姿勢と、ビデオスルー型表示部31の位置・姿勢とから求めることができる。

【0100】一方、画像入力部32における撮像面について、その光軸との交点を原点とし、XR軸またはYR軸と平行な軸それぞれをx軸またはy軸とするスクリーン座標系を考え、点Fが、スクリーン座標系における点(Uc, Vc)に投影されるとする。この場合、カメラ座標系における点F(Xc, Yc, Zc)と、スクリーン座標系における点(Uc, Vc)との関係は、次式で表される。

【0101】

【数4】

$$\begin{bmatrix} U_c \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{f_c X_c}{Z_c} \\ \frac{f_c Y_c}{Z_c} \end{bmatrix}$$

・・・(7)

但し、fcは、画像入力部32の光学系の焦点距離を表す。なお、画像入力部32が出力する実画像をそのまま表示した場合には、式(7)で表される点(Uc, Vc)に、点Fが表示されることになる。

【0102】また、ローカル座標系におけるユーザの視点を(Xe, Ye, Ze)とし、この視点(Xe, Ye, Ze)から見た場合に、点Fが、表示画面座標系の

点(Ud, Vd)に投影されるとする。この場合、ローカル座標系における点F(Xd, Yd, Zd)と、表示画面座標系における点(Ud, Vd)との関係は、次式で表される。

【0103】

【数5】

$$\begin{bmatrix} U_d \\ V_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-Z_d(X_e - X_d)}{(Z_e - Z_d)} + X_d \\ \frac{-Z_d(Y_e - Y_d)}{(Z_e - Z_d)} + Y_d \end{bmatrix}$$

・・・(8)

従って、式(6)乃至(8)より、入力画像座標変換部33では、次式にしたがって、実画像の座標変換を行うことにより、ユーザの視点から点Fを見た場合の表示画面座標系における点(Ud, Vd)を求めることができる。

【0104】

【数6】

$$\begin{bmatrix} U_d \\ V_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{Z_e(Z_d - T_z)}{(Z_e - Z_d)f_c} U_c + \frac{Z_d T_x - Z_d X_e}{Z_e - Z_d} \\ \frac{Z_e(Z_d - T_z)}{(Z_e - Z_d)f_c} V_c + \frac{Z_d T_y - Z_d Y_e}{Z_e - Z_d} \end{bmatrix}$$

・・・(9)

なお、ローカル座標系における物体の点Fの位置(Xd, Yd, Zd)は、あらかじめ分かっているものとする。但し、物体の点Fの位置(Xd, Yd, Zd)が分からない場合は、その物体が平面状になっていると仮定することで、実画像の座標変換を行うための変換式を求めることができる。

【0105】また、ここでは、ローカル座標系とカメラ座標系とが、平行移動の関係にあるものとしたが、ローカル座標系とカメラ座標系との関係に、回転が加わっている場合は、式(6)を、式(2)に示したアフィン変換の式とすることで、上述における場合と同様にして、実画像の座標変換を行うための変換式を求めることができる。

【0106】次に、図14は、本発明を適用した携帯型表示装置の第3実施の形態の構成を示している。なお、図中、図11における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略する。即ち、図14の携帯型表示装置は、図11における場合に比較して、入力部位置方向算出部41が新たに設けられ、その出力が入力画像座標変換部33に供給されるようになっている。さらに、図14の携帯型表示装置においては、画像入力部32が、ビデオスルー型表示部31に取り付けられているが、固定ではなく、可動式になっている。

【0107】即ち、画像入力部32は、例えば、図15に示すように、ビデオスルー型表示部31の裏面の所定の範囲を移動させることができるようになさてお

り、さらに、その撮像方向も変えられる（回転できる）ようになっている。なお、図14の実施の形態では、画像入力部32は、手動で動かすことができるようになされている。

【0108】従って、図14の携帯型表示装置では、図11における場合のように、画像入力部32が固定されていないから、画像入力部32の位置と姿勢は、ビデオスルー型表示部31の位置と姿勢から求めることはできない。

【0109】そこで、図14の実施の形態においては、画像入力部32に、入力位置方向算出部41が取り付けられており、入力位置方向算出部41は、所定の基準面に対する画像入力部32の3次元的位置と姿勢を算出し、入力画像座標変換部33に供給するようになされている。

【0110】図11の実施の形態では、画像入力部32が、ビデオスルー型表示部31に固定されていることから、ユーザの視点の方向が、画像入力部32の撮像方向と極端に異なると、そのユーザの視点から見た場合に違和感のない実画像を得ることが困難になる場合もあるが、画像入力部32が可動式の場合には、ユーザが、画像入力部32を、その撮像方向がユーザの視点の方向に合致するように動かすことによって、そのような問題を解消することができる。

【0111】次に、図16は、本発明を適用した携帯型表示装置の第4実施の形態の構成を示している。なお、図中、図14における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略する。即ち、図16の携帯型表示装置は、可動式の画像入力部32、およびそれに取り付けられた入力部位置方向算出部41が、ビデオスルー型表示部31に取り付けられているのではなく、それから離れた位置に設置されている。

【0112】以上のように構成される携帯型表示装置においては、例えば、ビデオスルー型表示部31と、撮像しようとしている被写体との間に、何らかの障害物がある場合には、その障害物を避けて、画像入力部32を設置することにより、障害物がない状態の現実空間を撮像することができる。具体的には、例えば、携帯型表示装置がある部屋の隣の部屋に、画像入力部32を設置することにより、携帯型表示装置において、その隣の部屋を撮像した実画像と仮想画像との合成画像を提供することが可能となる。なお、画像入力部32および入力部位置方向算出部41の出力は、有線の他、無線によって、入力画像座標変換部33に供給することが可能である。

【0113】次に、図17は、本発明を適用した携帯型表示装置の第5実施の形態の構成を示している。なお、図中、図14における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略

する。即ち、図17の携帯型表示装置は、入力画像座標変換部33および入力部位置方向算出部41が削除され、制御部51が新たに設けられている他は、図14における場合と基本的に同様に構成されている。

【0114】従って、図17においても、画像入力部32は、可動式となっているが、画像入力部32は、手動で動くのではなく、制御部51によって制御（姿勢制御）されるようになされている。

【0115】即ち、制御部51には、視点位置方向算出部5が出力するユーザの視点の視点が供給されるようになされており、制御部51は、画像入力部32を、その撮像方向が、ユーザの視点の方向に一致するように移動させるようになされている。従って、この場合、画像入力部32が出力する実画像は、ユーザの視点から現実空間を見た場合のものと一致しているから、その座標変換を行う必要はないため、入力画像座標変換部33を設けずに済むようになる。

【0116】次に、図18は、本発明を適用した携帯型表示装置の第6実施の形態の構成を示している。なお、図中、図11における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略する。即ち、図18の携帯型表示装置は、入力画像座標変換部33が削除され、距離算出部61および入力画像合成部62が新たに設けられているとともに、1つの画像入力部32に替えて、複数であるN（Nは2以上）個の画像入力部321乃至32Nが設けられている他は、図11における場合と同様に構成されている。

【0117】画像入力部321乃至32Nは、例えば、図19に示すように、ビデオスルー型表示部31の裏面に、その裏面方向を、異なる視点位置から撮像するように（ステレオ処理をするのに最適のように）取り付けられており、従って、そのような異なる視点位置から撮像したビデオスルー型表示部31の裏面の現実空間の実画像を出力する。この複数の実画像は、距離算出部61および入力画像合成部62に供給される。

【0118】距離算出部61は、画像入力部321乃至32NからのN枚の実画像から、上述したステレオ処理を行うことで、現実空間の物体の3次元的位置を求め、レンダリング部9および入力画像合成部62に供給する。この場合、レンダリング部9では、現実空間の物体までの距離を考慮して、仮想画像のレンダリングが行われる。従って、この場合、仮想物体と、実際の物体との前後関係を考慮した合成画像を得ることができる。

【0119】一方、入力画像合成部62には、上述したように、画像入力部321乃至32NからN枚の実画像が供給されるとともに、距離算出部61から現実空間の物体の位置が供給される他、3次元位置方向算出部3からビデオスルー型表示部31の位置および姿勢が供給されるとともに、視点位置方向算出部5からユーザの視点が供給される。

【0120】入力画像合成部62は、現実空間の物体の位置、ビデオシースルー型表示部31の位置および姿勢、並びにユーザの視点に基づいて、N枚の実画像（N方向それぞれから物体を見たときの実画像）を合成（ブレンディング）し、これにより、ユーザの視点から現実空間を見た場合に得られる実画像を生成して、レンダリング部9に供給する。

【0121】従って、この場合、ユーザの視点から見て違和感のない実画像を得ることができる。また、この場合、N方向から見たN枚の実画像から、ユーザの視点から物体を見た場合に得られる実画像が生成されるので、図11の実施の形態における場合のように、1の方向から見た1枚の実画像を用いて、ユーザの視点から物体を見た場合に得られる実画像を生成する場合に比較して、いわゆるオクルージョン（隠れ）の問題を解消することができる。

【0122】なお、図18の実施の形態においては、N枚の実画像を、N個の画像入力部321乃至32Nによって得るようにしたが、N枚の実画像は、1以上の画像入力部を移動させることによって得るようにすることも可能である。但し、その場合の画像入力部の移動位置および姿勢は、あらかじめ設定しておくか、測定するようにする必要がある。

【0123】また、N枚の実画像を用いて、ユーザの視点から現実空間を見た場合に得られる実画像を生成することは、例えば、図13で説明したようにして行うことができるが、この場合、スクリーン座標系がN個存在することとなり、従って、図13において、物体の点Fは、そのN個のスクリーン座標系に投影されることになる。その結果、N個のスクリーン座標系上における、物体の投影点が得られることとなるが、このような場合は、そのN個の投影点をブレンディングして、表示画面座標系における点（Ud, Vd）を算出するために用いる、いわば最終的なスクリーン座標系上の投影点（Uc, Vc）を求めるようにすれば良い。

【0124】次に、図20は、本発明を適用した携帯型表示装置の第7実施の形態の構成を示している。なお、図中、図11における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、省略する。即ち、図20の携帯型表示装置は、距離算出部61および距離センサ71が新たに設けられている他は、図11における場合と、基本的に同様に構成されている。

【0125】距離センサ71は、例えば、レンジファインダなどの、いわばアクティブなセンサであり、レーザ光を照射して三角測量の原理により、物体までの距離を計測するための信号を出力するようになされている。距離センサ71の出力は、距離算出部61に供給され、距離算出部61では、距離センサ71の出力に基づいて、物体までの距離（物体の3次元的位置）が算出され、

レンダリング部9および入力画像座標変換部33に供給される。

【0126】入力画像変換部33では、距離算出部61からの物体の3次元的位置に基づいて、図13で説明したように、画像入力部32からの実画像の座標変換が行われる。一方、レンダリング部9では、現実空間の物体までの距離を考慮して、仮想画像のレンダリングが行われる。

【0127】従って、この場合においても、図18における場合と同様に、仮想物体と、実際の物体との前後関係を考慮した合成画像を得ることができる。

【0128】以上のように、ユーザの視点を算出し、そのユーザの視点を考慮して、仮想画像を変換したり、実画像を変換したりするようにしたので、ユーザに対して、現実空間と仮想空間とを融合した、違和感のない画像を提供することが可能となる。その結果、携帯型表示装置に、例えば、特開平10-51711号公報に開示されているような、仮想物体を操作するための操作部を設けた場合には、現実空間を基礎とした状態において、仮想物体に対する作業を、違和感なく行うことが可能となる。

【0129】以上、本発明を、光学シースルー型表示部1を用いた携帯型表示装置と、ビデオシースルー型表示部31を用いた携帯型表示装置とに適用した場合について説明したが、ビデオシースルー型表示部31を用いた携帯型表示装置においては、撮像した実画像を処理する必要があることから、その処理時間分のレイテンシーによって、実画像が撮像されてから、その実画像が表示されるまでに、数フレーム程度の遅延が生じる。これに対して、光学シースルー型表示部1を用いた携帯型表示装置では、そのような遅延が生じることはない。

【0130】なお、本実施の形態では、表示装置を携帯型としたが、本発明は、携帯型の表示装置の他、例えば、机等に設置して用いられるような据置型の表示装置にも適用可能である。

【0131】また、仮想物体の仮想画像においては、例えば、特開平10-51711号公報に開示されているように、仮想物体の影を付すことが可能である。

【0132】さらに、例えば、複数の携帯型表示装置を用いる場合には、例えば、特開平10-51711号公報に開示されているように、その複数の携帯型表示装置に、共通の仮想物体を表示させるとともに、その仮想物体に対する各携帯型表示装置における操作を、すべての携帯型表示装置に反映させるようにすることが可能である。

【0133】

【発明の効果】以上の如く、本発明の情報処理装置および情報処理方法によれば、表示手段の3次元空間における位置が算出されるとともに、ユーザの視点が算出され、その表示手段の位置およびユーザの視点に基づい

て、仮想画像が変換される。従って、ユーザから見て、違和感のない画像を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した携帯型表示装置の第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の携帯型表示装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図3】エピソードラインを説明するための図である。

【図4】基準カメラ画像および検出カメラ画像を示す図である。

【図5】評価値の推移を示す図である。

【図6】図1の携帯型表示装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】ユーザの視点の位置と、各位置において表示される画像との関係を示す図である。

【図8】ユーザの視点の位置と、各位置において表示される画像との関係を示す図である。

【図9】ローカル座標系と表示画面座標系とを説明するための図である。

【図10】図1の仮想物体座標変換部8による座標変換を説明するための図である。

【図11】本発明を適用した携帯型表示装置の第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図12】図11の携帯型表示装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図13】図11の入力画像座標変換部33による座標変換を説明するための図である。

【図14】本発明を適用した携帯型表示装置の第3実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図15】画像入力部32が可動式であることを示す図

である。

【図16】本発明を適用した携帯型表示装置の第4実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図17】本発明を適用した携帯型表示装置の第5実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図18】本発明を適用した携帯型表示装置の第6実施の形態の構成例を示すブロック図である。

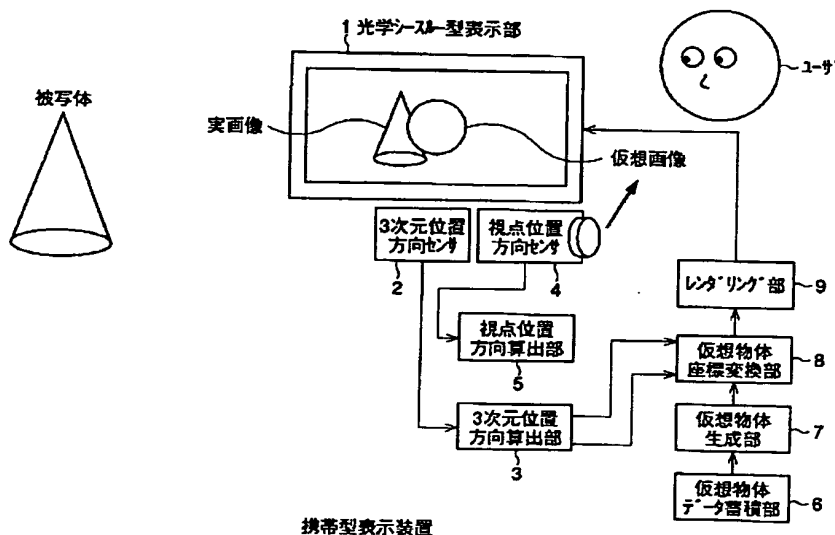
【図19】画像入力部321乃至32Nによって複数の実画像が撮像される様子を示す図である。

【図20】本発明を適用した携帯型表示装置の第7実施の形態の構成例を示すブロック図である。

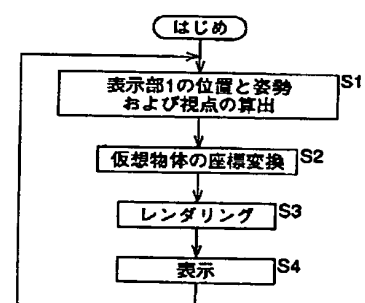
【符号の説明】

1 光学シースルー型表示部, 2 3次元位置方向センサ, 3 3次元位置方向算出部, 4 視点位置方向センサ, 5 視点位置方向算出部, 6 仮想物体データ蓄積部, 7 仮想物体生成部, 8 仮想物体座標変換部, 9 レンダリング部, 11 基準カメラ, 12 検出カメラ, 13, 14 A/D変換器, 15, 16 フレームメモリ, 17 CPU, 18 ROM, 19 RAM, 20 RS-232C/R S-422コントローラ, 21 LCDコントローラ, 22 VRAM, 23 ストレージコントローラ, 24 磁気ディスク, 25 光磁気ディスク, 26 光ディスク, 27 不揮発性メモリ, 28 通信コントローラ, 31 ビデオシースルー型表示部, 32, 321乃至32N 画像入力部, 33 入力画像座標変換部, 41 入力部位置方向算出部, 51 制御部, 61 距離算出部, 62 入力画像合成部, 71 距離センサ

【図1】



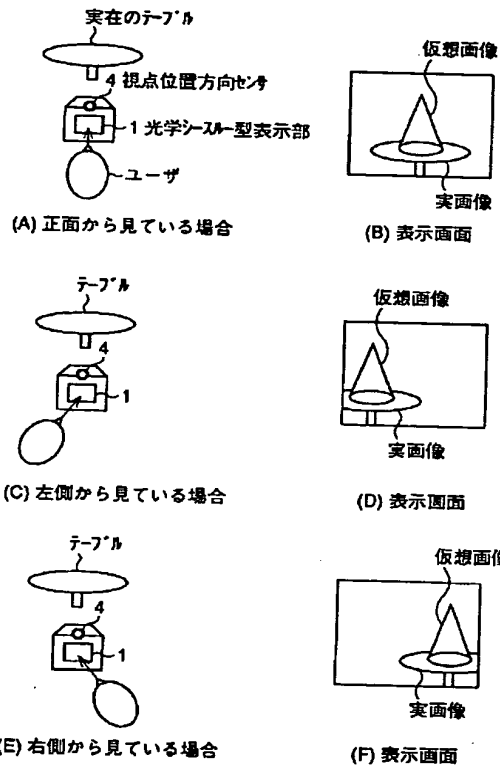
【図6】



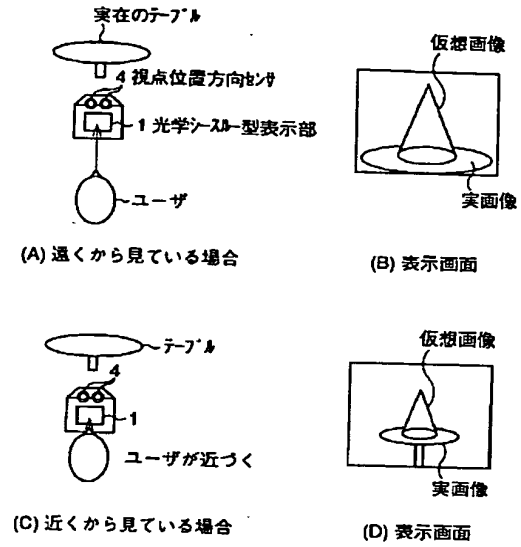




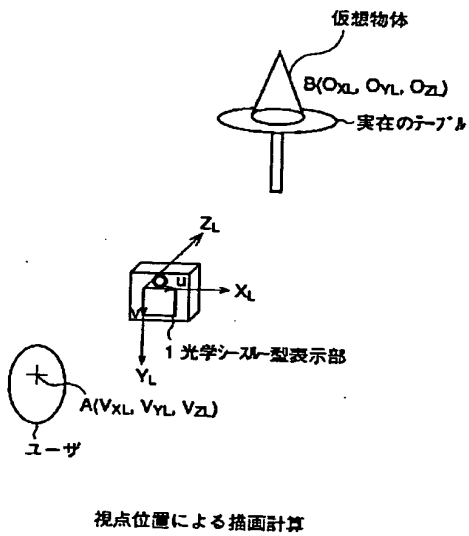
【図7】



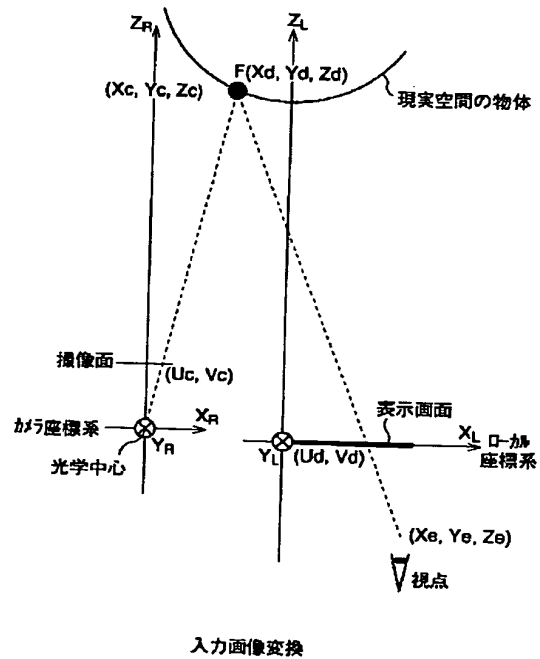
【図8】



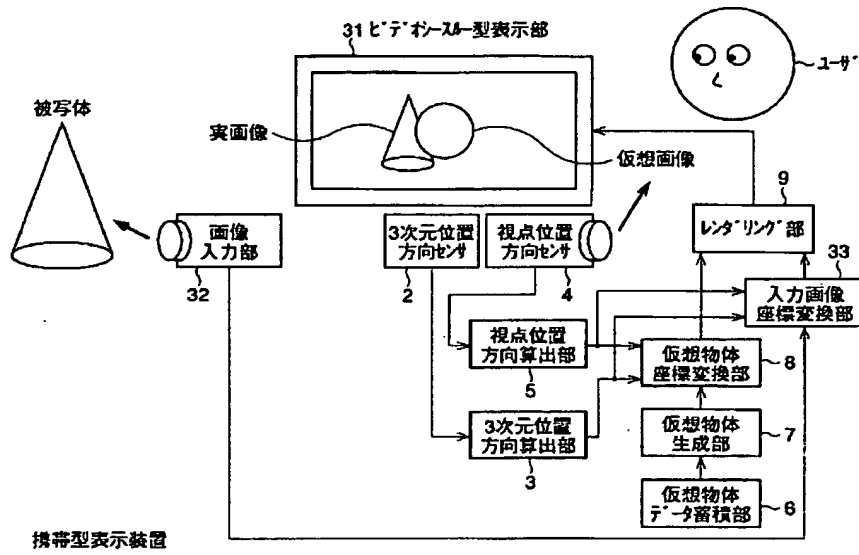
【図9】



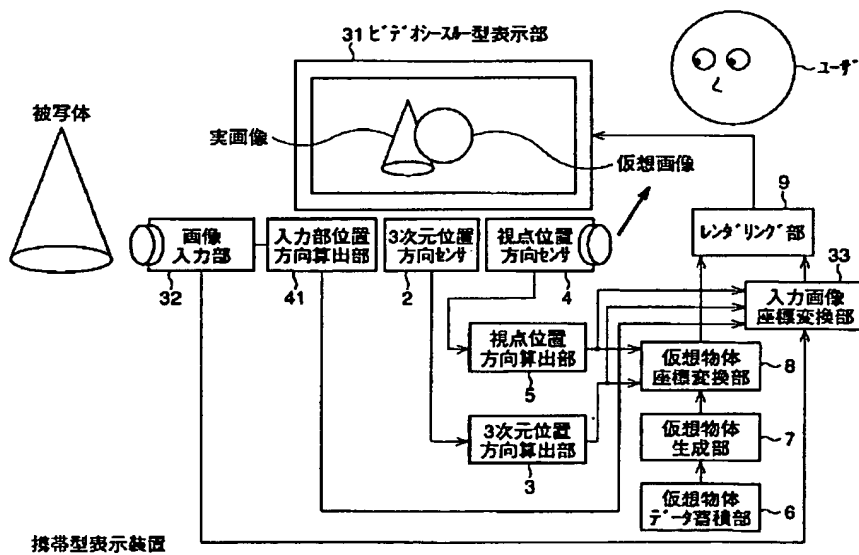
【図13】



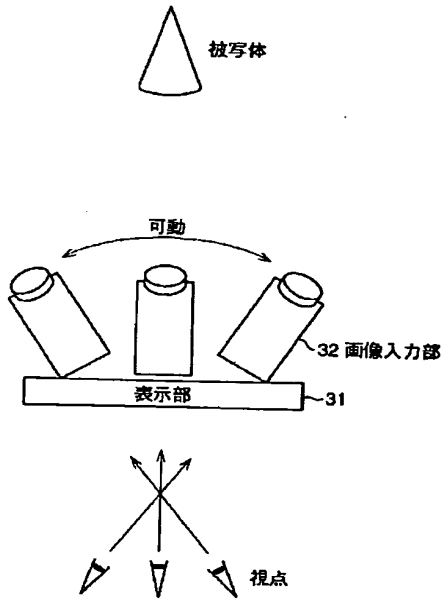
【図11】



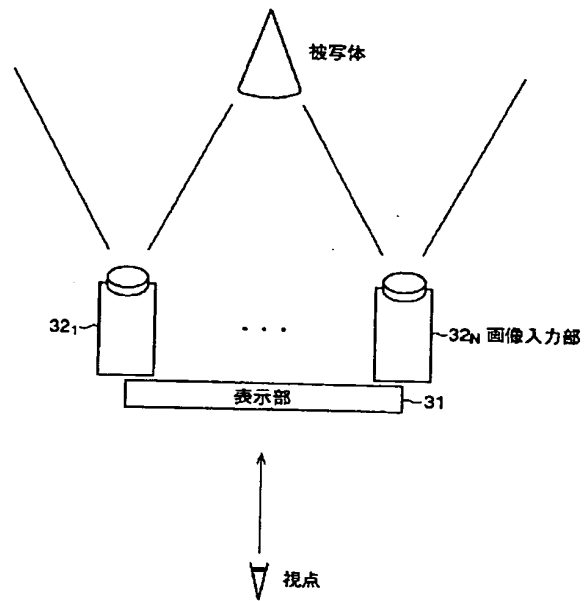
【図14】



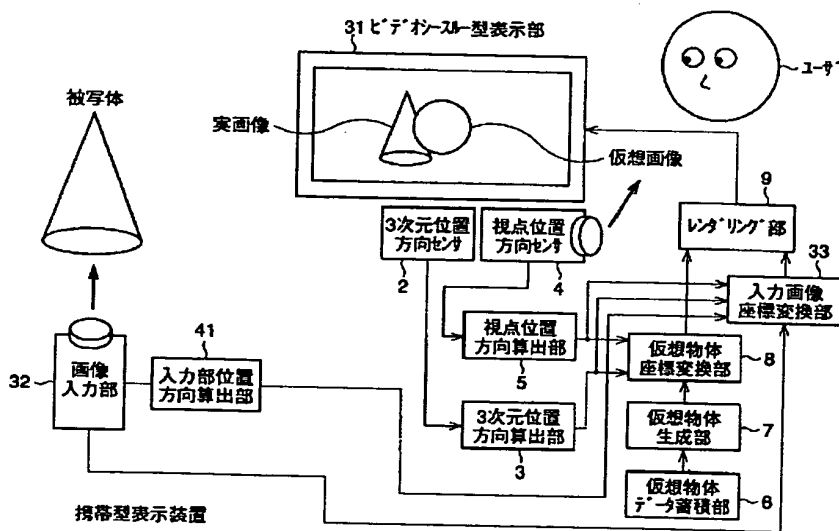
【図15】



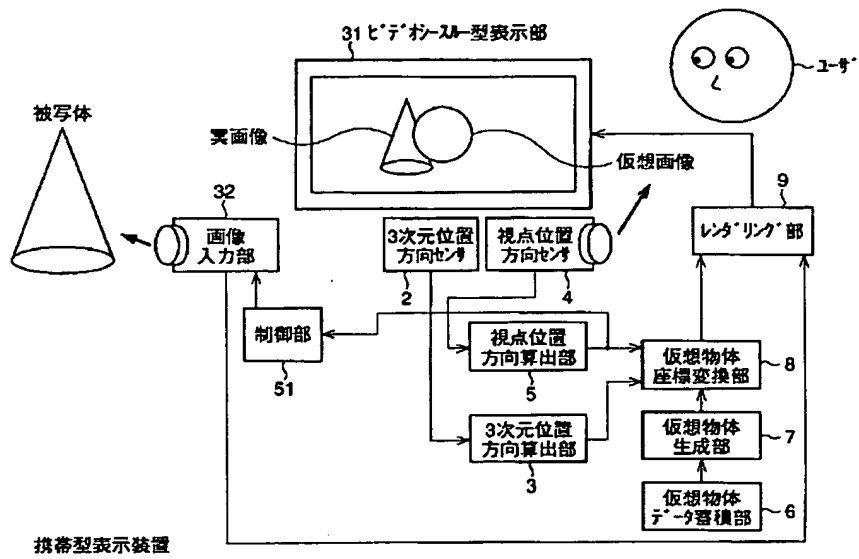
【図19】



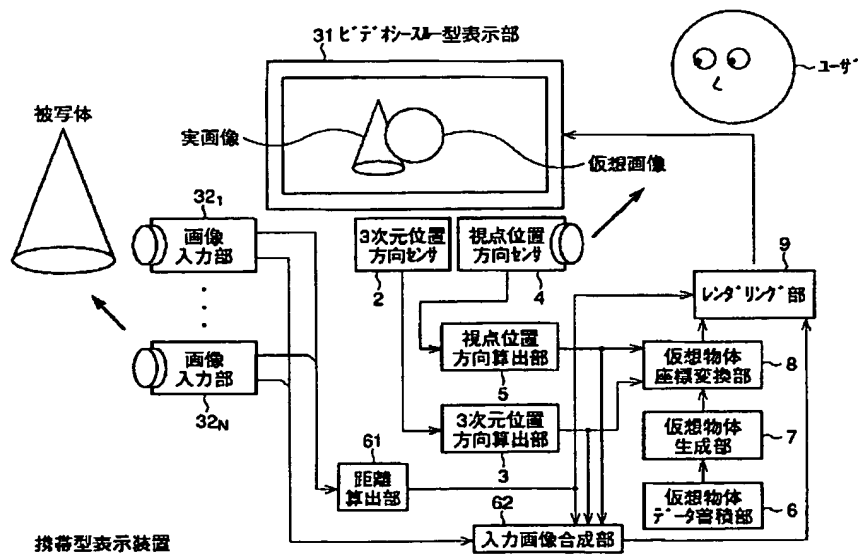
【図16】



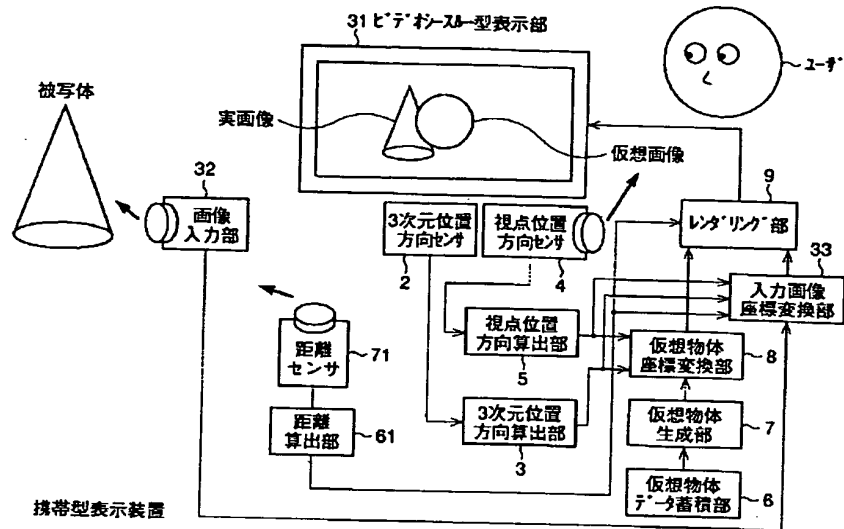
【図17】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7		識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 6 T	1/00		H 0 4 N 13/00	5 C 0 2 3
G 0 9 G	3/20	6 6 0	13/04	5 C 0 6 1
		6 8 0	G 0 6 F 15/20	D 5 C 0 8 0
H 0 4 N	5/262		15/62	3 6 0
	13/00			4 1 5
	13/04		15/66	4 5 0
			15/72	4 5 0 A

(72) 発明者 芦ヶ原 隆之  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
 ー株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA31 BB05 CC16  
FF05 FF67 JJ03 JJ05 JJ26  
PP01 QQ00 QQ03 QQ13 QQ23  
QQ24 QQ25 QQ27 QQ28 QQ38  
QQ41 QQ42 SS13  
5B049 AA01 DD01 DD05 EE07 EE41  
FF03 FF04 FF09 GG04 GG07  
5B050 BA04 BA09 CA01 DA02 EA07  
EA13 EA19 EA27 FA01 FA19  
GA08  
5B057 CA08 CA13 CA16 CB08 CB13  
CB16 CC02 CD14 CE08 CH08  
DA07 DB02 DB09 DC02 DC09  
5B080 BA02 BA08 DA06 FA08 GA00  
5C023 AA10 AA16 AA18 AA38 AA40  
BA01 BA12 CA03 CA06 DA04  
DA08 EA03  
5C061 AA21 AA29 AB12 AB24  
5C080 AA10 BB05 DD01 EE29 JJ01  
JJ02 JJ05 JJ07

THIS PAGE BLANK (USPTO)